

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-014247

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl. G02B 6/122  
G02B 6/13  
H01S 5/12

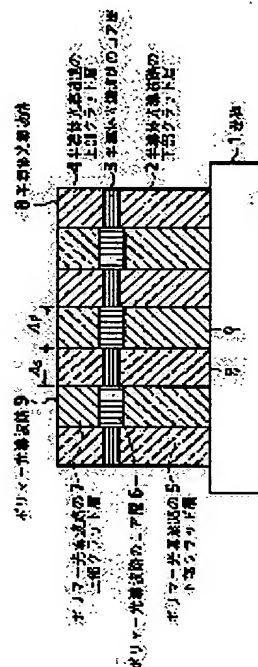
(21)Application number : 2000-197715 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 30.06.2000 (72)Inventor : TAMURA MUNEHISA  
OKU SATORU  
HIKITA MAKOTO  
TOMARU AKIRA

## (54) DISTRIBUTED REFLECTION OPTICAL WAVEGUIDE AND OPTICAL DEVICE CONTAINING THE SAME

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To eliminate the temperature dependence of a distributed reflection optical waveguide or an optical device including the waveguide and to obtain desired characteristics.  
**SOLUTION:** The distributed reflection optical waveguide is obtained by alternately connecting in semiconductor optical waveguides 8 and polymer optical waveguides 9 in series in the direction of the optical axis. Materials and waveguide length are selected to compensate the temperature coefficient of the refractive index of the semiconductor optical waveguides 9 and the temperature coefficient of the refractive index of the polymer optical waveguides 9 to control the optical length in one period of the structure of the distributed reflection optical waveguide constant, thereby eliminating the temperature dependence. Or, materials and waveguide length of the semiconductor optical waveguides 8 and polymer optical waveguides 9 are selected, thereby obtaining desired temperature dependence.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Patent number] 3485260  
[Date of registration] 24.10.2003  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-14247

(P2002-14247A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002.1.18)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)	
G 0 2 B	6/122	H 0 1 S	5/12	2 H 0 4 7
	6/13	G 0 2 B	6/12	A 5 F 0 7 3
H 0 1 S	5/12			M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-197715(P2000-197715)

(22) 出願日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 田村 宗久

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 奥 哲

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100078499

弁理士 光石 俊郎 (外2名)

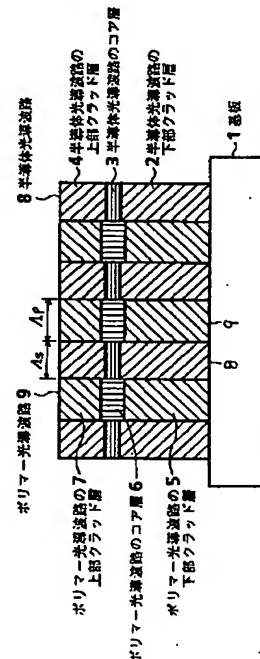
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分布反射光導波路及びこれを含む光素子

(57) 【要約】

【課題】 分布反射光導波路またはこれを含む光素子の温度依存性をなくしたり、所望の特性にすること。

【解決手段】 半導体光導波路8とポリマー光導波路9とを光軸方向に交互に縦列に接続して分布反射光導波路とする。半導体光導波路8の屈折率の温度係数とポリマー光導波路9の屈折率の温度係数を相殺する材料及び導波路長を選択して分布反射光導波路構造の1周期の光学長を一定にし、温度依存性をなくす。あるいは、半導体光導波路8とポリマー光導波路9の材料及び導波路長を選択して所望の温度依存性を持たせる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体コア層の上下に前記半導体コア層よりも屈折率の小さな半導体クラッド層を積層した半導体光導波路と、ポリマーコア層の上下に前記ポリマーコア層よりも屈折率の小さなポリマークラッド層を積層したポリマー光導波路とが、光軸方向に、交互に縦列に接続されたことを特徴とする分布反射光導波路。

【請求項2】 請求項1に記載の分布反射光導波路において、

光軸方向に隣り合う1対の前記半導体光導波路と前記ポリマー光導波路が、これら半導体光導波路とポリマー光導波路の光学的経路長の和が温度変化に対して一定となるのに必要な導波路長を有することを特徴とする分布反射光導波路。

【請求項3】 請求項1に記載の分布反射光導波路において、

$T$ を温度、 $m_s$ と $m_p$ を正の奇数としたとき、分布反射光導波路に通される光の波長 $\lambda$ と、前記半導体光導波路の等価屈折率 $n_{eff,s}$ と、前記ポリマー光導波路の等価屈折率 $n_{eff,p}$ を用いて、光軸方向に隣り合う1対の前記半導体光導波路と前記ポリマー光導波路との光学的経路長の和 $\Lambda$ が $\Lambda = (\lambda / (4 n_{eff,s})) \cdot m_s + (\lambda / (4 n_{eff,p})) \cdot m_p$ なる式で与えられる値に設定され、且つ、前記正の奇数 $m_s$ と $m_p$ は、 $m_s \geq m_p$ のときは $m_s / m_p = - (n_{eff,s} / n_{eff,p})^2 \cdot (\partial n_{eff,p} / \partial T) / (\partial n_{eff,s} / \partial T) =$ 正の奇数なる条件を満たし、 $m_s < m_p$ のときは $m_s / m_p = - (n_{eff,p} / n_{eff,s})^2 \cdot (\partial n_{eff,s} / \partial T) / (\partial n_{eff,p} / \partial T) =$ 正の奇数なる条件を満たすことを特徴とする分布反射光導波路。

【請求項4】 請求項1又は2又は3いずれかに記載の分布反射光導波路を少なくとも含むことを特徴とする光素子。

【請求項5】 請求項1に記載の分布反射光導波路を活性領域の内側または外側に含むことを特徴とするレーザ素子。

【請求項6】 請求項5に記載のレーザ素子において、 $T$ を温度、 $m_s$ と $m_p$ を正の奇数としたとき、発振波長 $\lambda$ と、前記半導体光導波路の等価屈折率 $n_{eff,s}$ と、前記ポリマー光導波路の等価屈折率 $n_{eff,p}$ を用いて、光軸方向に隣り合う1対の前記半導体光導波路と前記ポリマー光導波路との光学的経路長の和 $\Lambda$ が $\Lambda = (\lambda / (4 n_{eff,s})) \cdot m_s + (\lambda / (4 n_{eff,p})) \cdot m_p$ なる式で与えられる値に設定され、且つ、前記正の奇数 $m_s$ と $m_p$ は、 $m_s \geq m_p$ のときは $m_s / m_p = - (n_{eff,s} / n_{eff,p})^2 \cdot (\partial n_{eff,p} / \partial T) / (\partial n_{eff,s} / \partial T) =$ 正の奇数なる条件を満たし、 $m_s < m_p$ のときは $m_s / m_p = - (n_{eff,p} / n_{eff,s})^2 \cdot (\partial n_{eff,s} / \partial T) / (\partial n_{eff,p} / \partial T) =$ 正の奇数なる条件を満たすことを特徴とするレーザ素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は分布反射光導波路及びこれを含む光素子、例えば、分布帰還型レーザや分布反射型レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、屈折率の異なる半導体コア層を有する半導体光導波路のみを、光軸方向に、交互に縦列に接続した光導波路が知られている。以下、これを半導体分布反射光導波路と呼ぶ。

【0003】半導体分布反射光導波路は半導体コア層の屈折率が光軸方向に沿って周期的に変化する構造であるため、特定波長の光のみを通過させるフィルタ機能を持っており、光フィルタ素子単独として使用されたり、分布帰還型レーザや分布反射型レーザ等の光素子に組み込まれて使用される。

【0004】図5(a)に、半導体分布反射光導波路を模式的に示す。

【0005】図5(a)において、基板30上に、半導体材料により下部クラッド層31、コア層32及び上部クラッド層33が順次積層されている。コア層32を上下に挟む下部クラッド層31と上部クラッド層33の屈折率は、コア層32の屈折率よりも小さい。このとき、コア層32は第1コア層32aと第2コア層32bで構成され、第1コア層32aを積層後、該第1コア層32aを光軸方向に鋸歯上に切り込み、その上に第1コア層32aとは屈折率の異なる第2コア層32bを埋め込んだものである。

【0006】これにより、第1コア層32aの山部分近傍における平均屈折率と、谷部分近傍における平均屈折率とが異なるから、屈折率の異なる半導体コア層を有する半導体光導波路のみが光軸方向に交互に縦列に接続した構造、つまり半導体分布反射光導波路となる。

【0007】しかし、半導体分布反射光導波路は半導体光導波路のみを縦列に接続したものであるため、半導体材料の屈折率が温度依存性（通常、正の温度係数）を有するので、光通過波長も温度依存性を示す。

【0008】また、半導体分布反射光導波路を分布帰還型レーザや分布反射型レーザ等のレーザ素子に応用した場合は、半導体材料の屈折率の温度依存性が影響して、発振波長が温度変化に連動して変化する。例えば、InP半導体レーザ素子に半導体分布反射光導波路を応用した場合には、発振波長は約0.1nm/°Cの温度依存性を有する。

【0009】従来は、光通過波長や発振波長を安定させるために、図5(b)に示すように、ヘルチエ素子34による温度制御を必要としており、消費電力の増加とレーザ素子構造の複雑化が生じている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明では、

温度依存性を有しない分布反射光導波路及び光素子を提供することを目的とする。また、温度依存性を自在に選定できる分布反射光導波路及び光素子を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明では、半導体とポリマーとでは通常、屈折率が異なり（一般にポリマーの方が屈折率が小さい）、また、屈折率の温度係数の符号が正負異なることに着目し、半導体材料製の光導波路とポリマー材料製の光導波路とを組み合わせ、分布反射光導波路全体として屈折率の温度依存性を小さくしたり、正又は負、所望の温度係数にする。

【0012】請求項1に係る発明は分布反射光導波路であり、半導体コア層の上下に前記半導体コア層よりも屈折率の小さな半導体クラッド層を積層した半導体光導波路と、ポリマーコア層の上下に前記ポリマーコア層よりも屈折率の小さなポリマークラッド層を積層したポリマー光導波路とが、光軸方向に、交互に縦列に接続された\*

$$\begin{aligned} \Lambda &= (\lambda / (4 n_{\text{eff},s})) \cdot m_s + (\lambda / (4 n_{\text{eff},p})) \cdot m_p \cdots \text{式(1)} \\ m_s / m_p &= - (n_{\text{eff},s} / n_{\text{eff},p})^2 \cdot (\partial n_{\text{eff},s} / \partial T) / (\partial n_{\text{eff},p} / \partial T) \\ &= \text{正の奇数} \cdots \text{式(2)} \\ m_p / m_s &= - (n_{\text{eff},p} / n_{\text{eff},s})^2 \cdot (\partial n_{\text{eff},p} / \partial T) / (\partial n_{\text{eff},s} / \partial T) \\ &= \text{正の奇数} \cdots \text{式(3)} \end{aligned}$$

【0015】請求項4に係る発明は光素子であり、請求項1又は2又は3いずれかに係る発明の分布反射光導波路を少なくとも含むことを特徴とする。

【0016】請求項5に係る発明はレーザ素子であり、請求項1に記載の分布反射光導波路を活性領域の内側または外側を含むことを特徴とする。請求項6に係る発明は、請求項5に係る発明において、Tを温度、 $m_s$ と $m_p$ を正の奇数としたとき、発振波長 $\lambda$ と、前記半導体光導波路の等価屈折率 $n_{\text{eff},s}$ と、前記ポリマー光導波路の等価屈折率 $n_{\text{eff},p}$ を用いて、光軸方向に隣り合う1対の前記半導体光導波路と前記ポリマー光導波路との光学的光路長の和 $\Lambda$ が前記式(1)で与えられる値に設定され、且つ、前記正の奇数 $m_s$ と $m_p$ は、 $m_s \geq m_p$ のときは前記式(2)を満たし、 $m_s < m_p$ のときは前記式(3)を満たすことを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図1～図4を参照して、本発明の実施形態例を説明する。

【0018】図1に、本発明の実施形態例に係る分布反射光導波路（光素子）の断面構造を模式的に示す。

【0019】図1において、1は半導体基板であり、2、3及び4はそれぞれ半導体材料で作製された下部クラッド層、コア層及び上部クラッド層であり、半導体下部クラッド層2と半導体上部クラッド層4は半導体コア

\*ことを特徴とする。請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明において、光軸方向に隣り合う1対の前記半導体光導波路と前記ポリマー光導波路が、これら半導体光導波路とポリマー光導波路の光学的光路長の和が温度変化に対して一定となるのに必要な導波路長を有することを特徴とする。

【0013】請求項3に係る発明は、請求項1に係る発明において、Tを温度、 $m_s$ と $m_p$ を正の奇数としたとき、分布反射光導波路に通される光の波長 $\lambda$ と、前記半導体光導波路の等価屈折率 $n_{\text{eff},s}$ と、前記ポリマー光導波路の等価屈折率 $n_{\text{eff},p}$ を用いて、光軸方向に隣り合う1対の前記半導体光導波路と前記ポリマー光導波路との光学的光路長の和 $\Lambda$ が下式(1)で与えられる値に設定され、且つ、前記正の奇数 $m_s$ と $m_p$ は、 $m_s \geq m_p$ のときは下式(2)を満たし、 $m_s < m_p$ のときは下式(3)を満たすことを特徴とする。

【0014】

層3よりも屈折率が小さい。これら半導体下部クラッド層2、半導体コア層3及び半導体上部クラッド層4が半導体基板1上に順次積層され、半導体コア層3が半導体下部クラッド層2と半導体上部クラッド層4で挟まれている。かくして、半導体コア層3の上下に半導体コア層3よりも屈折率の小さな半導体下部クラッド層2と半導体上部クラッド層4を積層してなる半導体光導波路8が、半導体基板1上に、光軸方向に間を置いて複数形成されている。

【0020】一方、図1中で、5、6及び7はそれぞれポリマー材料で作製された下部クラッド層、コア層及び上部クラッド層であり、ポリマー下部クラッド層5とポリマー上部クラッド層7はポリマーコア層6よりも屈折率が小さい。これらポリマー下部クラッド層5、ポリマーコア層6及びポリマー上部クラッド層7が、半導体光導波路8間にて、半導体基板1上に順次積層され、ポリマーコア層6がポリマー下部クラッド層5とポリマー上部クラッド層7で挟まれている。かくして、半導体光導波路8間に、ポリマーコア層6の上下にポリマーコア層6よりも屈折率の小さなポリマー下部クラッド層5とポリマー上部クラッド層7を積層してなるポリマー光導波路9が形成されている。

【0021】このように半導体光導波路8とポリマー光導波路9を光軸方向に交互に繰り返して半導体基板1上

に形成することにより、半導体光導波路8とポリマー光導波路9が光軸方向に交互に縦列に接続された分布反射光導波路構造が形成されている。ここで、半導体材料よりポリマー材料の方が屈折率が小さいものを使用している。

【0022】図1に示した分布反射光導波路では、一般に、半導体光導波路8の屈折率の温度係数は正であり、ポリマー光導波路9の屈折率の温度係数は負であるから、半導体光導波路8を構成する半導体材料及びポリマー光導波路9を構成するポリマー材料を選択し、且つ、半導体光導波路8及びポリマー光導波路9の各導波路長を選択することにより、分布反射光導波路全体としての屈折率の温度依存性を自在に設定することができ、従って、分布反射光導波路の通過光波長の温度依存性を自在に設定することができる。

【0023】特に、半導体光導波路8の屈折率の温度係数(正)とポリマー光導波路9の屈折率の温度係数(負)が相殺される材料及び導波路長を選択することにより、分布反射光導波路構造の1周期の光学的光路長が一定となり、温度依存性を有しなくなる。言い換えれば、光軸方向に隣り合う1対の半導体光導波路8とポリマー光導波路9に、半導体光導波路8とポリマー光導波路9との光学的光路長の和が温度変化に対して一定となるのに必要な導波路長 $\Lambda_s$ 、 $\Lambda_p$ を持たせることにより、温度依存性がなくなる。

【0024】更に、具体的に言えば、正の奇数 $m_s$ と $m_p$ を導入したとき、分布反射光導波路の1周期、即ち、光軸方向に隣り合う1対の半導体光導波路8とポリマー光導波路9との光学的光路長の和 $\Lambda$ を前述の式(1)で与えられる値に設定することにより、分布反射光導波路に通される波長 $\lambda$ の光に対し、温度依存性を有しなくなる。但し、正の奇数 $m_s$ と $m_p$ は、その大小関係に応じて、 $m_s \geq m_p$ のときは前述の式(2)を満たし、 $m_s < m_p$ のときは前述の式(3)を満たすものとする。

【0025】式(1)において、 $\lambda / (4n_{eff,s})$ は等価屈折率 $n_{eff,s}$ の半導体光導波路8内を光が伝搬する時の1/4波長であり、 $\lambda / (4n_{eff,p})$ は等価屈折率 $n_{eff,p}$ のポリマー光導波路9内を光が伝搬する時の1/4波長であり、 $m_s$ と $m_p$ が正の奇数であることから、式(1)で与えられる光路長の和 $\Lambda$ は $\lambda/2$ の整数倍となり、フィルタ機能を効果的に発揮する。

【0026】式(2)又は式(3)は、式(1)を温度 $T$ で偏微分して得られる微分関数を0とする条件( $\partial \Lambda / \partial T = 0$ )であり、これを満たすことにより、温度依存性がなくなる。

【0027】上述したような構造の分布反射光導波路は、単体で光フィルタ素子として使用されたり、適宜な光素子に組み込んで使用される。その際、分布反射光導波路全体としての屈折率の温度依存性を自在に設定することができるから、温度依存性を全くなくしたり、所望

の温度係数のものに設定することができる。

【0028】次に、本発明の実施形態例に係る分布反射光導波路を含む光素子として、分布帰還型レーザ及び分布反射型レーザを説明する。

【0029】本実施形態例の分布帰還型レーザは、周期構造として、半導体光導波路とポリマー光導波路が光軸方向に交互に縦列に接続された分布反射光導波路を活性領域の内側に含ませたレーザ素子である。

【0030】一方、本実施形態例の分布反射型レーザは、周期構造として、半導体光導波路とポリマー光導波路が光軸方向に交互に縦列に接続された分布反射光導波路を活性領域の外側に含ませたレーザ素子である。

【0031】図2～図3を参照して、分布帰還型レーザの作製例を説明する。

【0032】まず、図2(a)に示すような活性層12をコア層として有する半導体光導波路21を作製する。例えば、n型InP基板10上に、有機金属化学気相成長法により、n型InPよりなる下部クラッド層11、InGaAsP(バンドギャップ波長:1.5 $\mu$ m)よりなる活性層(コア層)12、n型InPよりなる上部クラッド層13を順次形成する。ここで、n型InP下部クラッド層11とn型InP上部クラッド層13の屈折率は、InGaAsP活性層(コア層)12の屈折率よりも小さい。次に、炭化水素系ドライエッチングとエビタキシャル成長を用いて、半絶縁(SI)InP層14によりn-InP下部クラッド層11、InGaAsP活性層12及びn-InP上部クラッド層13の周りを埋め込み、ダブルヘテロ埋め込みレーザ構造を形成した。

【0033】次に、図2(b)に示すように、半導体光導波路21に対するエッチングマスク15をその表面に形成する。例えば、0.2 $\mu$ m厚さのSiO<sub>2</sub>膜を半導体光導波路21の表面に堆積し、その上にフォトリソグラフィ法を用いて長さ20 $\mu$ m、幅10 $\mu$ m、繰り返し周期40 $\mu$ mのライン・スペースのレジストパターンを形成し、このパターンを一旦CF<sub>4</sub>ガスによる反応性イオンエッチングによりSiO<sub>2</sub>膜に転写することにより、エッチングマスクとしてSiO<sub>2</sub>マスク15を形成した。

【0034】次に、図2(c)に示すように、SiO<sub>2</sub>マスク15を用いて、臭素と窒素の混合ガスを用いた反応性ビームエッチングにより、半導体光導波路21に周期的に溝構造16を形成する。

【0035】つまり、溝構造16により、半導体光導波路21を幅10 $\mu$ mの多数の光半導体光導波路8に40 $\mu$ m周期で光軸方向に分断した。各半導体光導波路8のコア層は活性層12である。

【0036】次に、図3(a)に示すように、各溝構造16内に幅30 $\mu$ mのポリマー光導波路9を形成する。具体的には、スピンコート法とフォトリソグラフィ法と



酸素ドライエッチングを用いて、各溝構造 16 内に、積層方向（上下方向）に屈折率が異なるポリマー材料を積層し、ポリマー光導波路構造を形成した。

【0037】但し、ポリマーコア層 17 は活性層であり、その厚さは  $1.0 \mu\text{m}$  とした。図 3 中、18 はポリマークラッド層であり、ポリマーコア層 17 よりも屈折率が小さく、当該ポリマーコア層 17 の上下を挟んでいる。

【0038】次に、各半導体光導波路 8 上の  $\text{SiO}_2$  マスク 15 を除去した。これにより、コア層が活性層である半導体光導波路 8 と、コア層が活性層であるポリマー光導波路 9 が光軸方向に交互に縦列に接続された分布反射光導波路構造が形成され、その結果、活性領域の内側に周期構造が形成される。

【0039】次に、図 3 (b) に示すように、分布反射光導波路の上下に p 型と n 型の金電極 19、20 を形成し、更に、劈開法を用いて適宜な長さの素子を切り出し、分布帰還型レーザ素子とした。

【0040】ここで、半導体光導波路 8 を構成する半導体材料及びポリマー光導波路 9 を構成するポリマー材料を選択し、且つ、半導体光導波路 8 及びポリマー光導波路 9 の各導波路長を選択し、分布反射光導波路の 1 周期、即ち、光軸方向に隣り合う 1 対の半導体光導波路 8 とポリマー光導波路 9 との光学的経路長の和  $\Lambda$  を前述の式 (1) で与えられる値に設定した。但し、式 (1) 中の  $\lambda$  は発振波長とし、正の奇数  $m_s$  と  $m_p$  は、その大小関係に応じて、 $m_s \geq m_p$  のときは前述の式 (2) を満たし、 $m_s < m_p$  のときは前述の式 (3) を満たすものとする。

【0041】このようにして作製したレーザ素子は閾値 6 mA で発振し、図 4 に示すように温度範囲  $10 \sim 80^\circ\text{C}$  において、一定の波長で発振していることが判る。

【0042】これは、半導体とポリマーの屈折率の温度係数の符号（正負）が異なるので、それぞれの温度依存性が相殺されて、分布反射光導波路構造の 1 周期の光学長が温度にかかわらず一定となるため、発振波長が温度に依存しなくなったためである。

【0043】即ち、前述したと同様、式 (1) において、 $\lambda / (4 n_{s,rr})$  は等価屈折率  $n_{s,rr}$  の半導体光導波路 8 内を光が伝搬する時の  $1/4$  波長であり、 $\lambda / (4 n_{p,rr})$  は等価屈折率  $n_{p,rr}$  のポリマー光導波路 9 内を光が伝搬する時の  $1/4$  波長であり、 $m_s$  と  $m_p$  が正の奇数であることから、式 (1) で与えられる光路長の和  $\Lambda$  は発振波長  $\lambda$  の  $1/2$  の整数倍となる。式 (2) 又は式 (3) は、式 (1) を温度  $T$  で偏微分して得られる微分関数を 0 とする条件 ( $\partial \Lambda / \partial T = 0$ ) であり、この条件を満たすことにより、発振波長に温度依存性がなくなる。

【0044】なお、本実施形態例においては、発振波長が温度に依存しなくなるように、半導体光導波路 8 の導

波路長とポリマー光導波路 9 の導波路長を選択したが、発振波長の温度依存性を有するにしても良く、これらの導波路長または材料を選択することで、温度に対する発振波長の依存性の傾きを正值でも負値でも自在に選択でき、かつ、その絶対値も広範囲に選択できることは明らかである。

【0045】また、本実施形態例では InP を基板とするレーザについて述べたが、原理的にいって、GaAs など他の半導体材料を基板に用いても本発明が適用可能なことは明らかである。

【0046】更に、本実施形態例では分布帰還型レーザについて述べたが、図示はしないが、半導体光導波路 8 とポリマー光導波路 9 とを光軸方向に交互に縦列に接続してなる分布反射光導波路を、活性領域の外側に形成することにより、分布反射型レーザを構成することができる。

【0047】この分布反射型レーザにおいても、半導体光導波路 8 及びポリマー光導波路 9 の光学的経路長の和  $\Lambda$  を前記式 (1) で与えられる値に選択し、且つ、半導体光導波路 8 及びポリマー光導波路 9 の材料を前記式 (2) 又は式 (3) を満たすように選択することにより、発振波長  $\lambda$  の温度依存性がなくなる。あるいは、発振波長  $\lambda$  が所望の温度依存性を有するように、半導体光導波路 8 及びポリマー光導波路 9 の材料、導波路長を選択しても良い。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、分布反射光導波路が半導体光導波路とポリマー光導波路とが光軸方向に交互に縦列に接続された構造であるから、半導体光導波路の屈折率の温度係数（一般には正）とポリマー光導波路の屈折率の温度係数（一般には負）が相殺される材料及び導波路長を選択することで、分布反射光導波路構造の 1 周期の光学長が一定となるため、温度依存性がなくなる。特に、分布帰還型レーザや分布反射型レーザの場合は、温度に対する発振波長の依存性を有さないものを得ることができる。

【0049】また、半導体光導波路とポリマー光導波路の材料及び導波路長を適当に選択することにより、温度に対する発振波長や通過波長の依存性の傾きを正值でも負値でも自在に選定することができ、且つ、その絶対値も広範囲に選定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態例に係る分布反射光導波路の構造を模式的に示す図。

【図 2】本発明の実施形態例に係る分布帰還型レーザの製造手順を示す図。

【図 3】図 2 に続いて、本発明の実施形態例に係る分布帰還型レーザの製造手順を示す図。

【図 4】本発明の実施形態例に係る分布帰還型レーザの発振波長の温度依存性の測定結果を示す図。

【図5】従来技術として、半導体光導波路のみの分布反  
射光導波路の構造を模式的に示す。

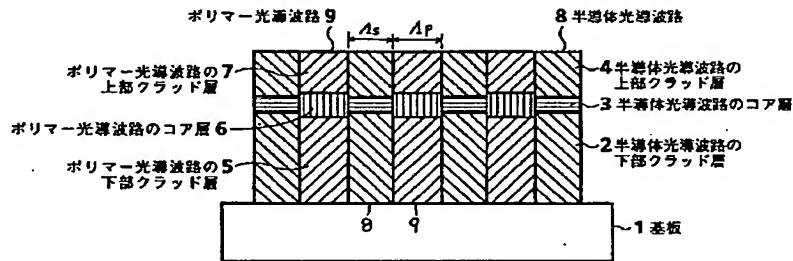
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 半導体光導波路の下部クラッド層
- 3 半導体光導波路のコア層
- 4 半導体光導波路の上部クラッド層
- 5 ポリマー光導波路の下部クラッド層
- 6 ポリマー光導波路のコア層
- 7 ポリマー光導波路の上部クラッド層
- 8 半導体光導波路
- 9 ポリマー光導波路
- 10 n-IP基板
- 11 n-IP下部クラッド層
- 12 InGaAsP活性層(コア層)

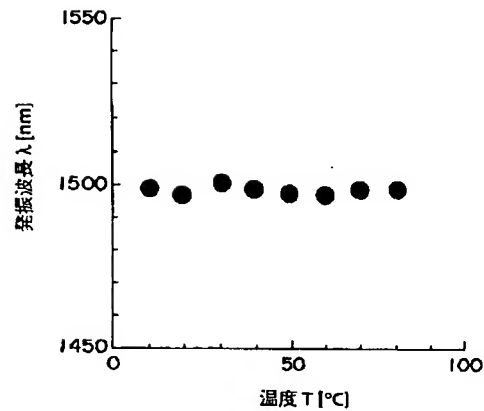
- \* 13 p-IP上部クラッド層
- 14 Si-IP層
- 15 SiO<sub>2</sub> マスク
- 16 溝
- 17 ポリマーコア層
- 18 ポリマークラッド層
- 19 n電極
- 20 p電極
- 21 半導体光導波路
- 10 30 基板
- 31 下部クラッド層
- 32 コア層
- 33 上部クラッド層
- 34 ベルチェ素子

\*

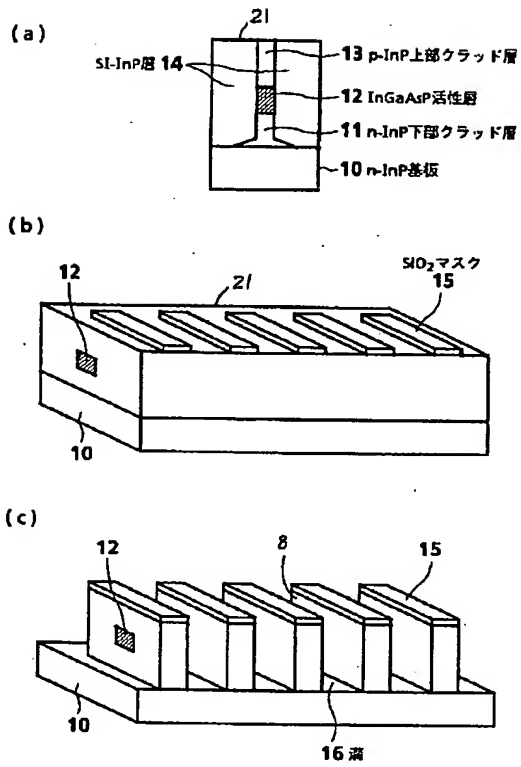
【図1】



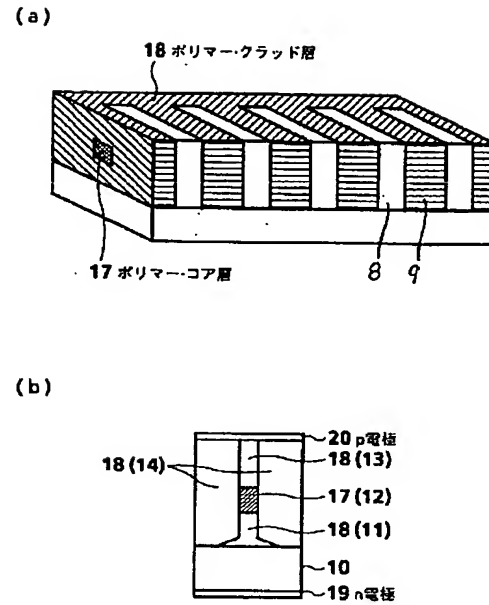
【図4】



【図2】

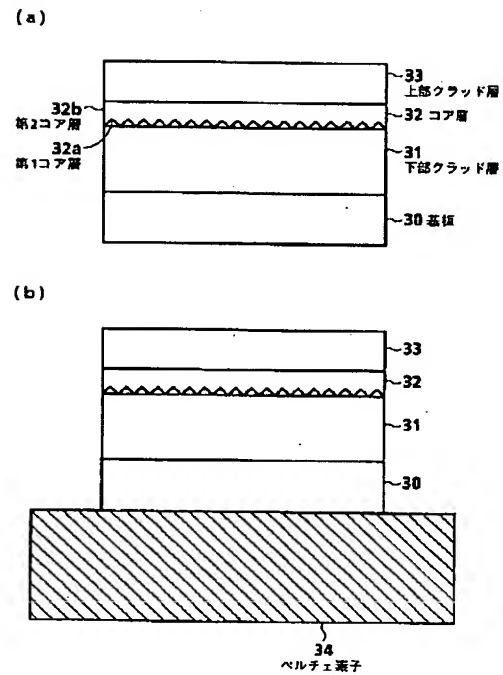


【図3】



【図5】

従 来



フロントページの続き

(72)発明者 正田 真  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 都丸 暁  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内  
Fターム(参考) 2H047 KA04 LA02 MA07 PA02 PA05  
PA24 PA28 QA02 QA05 RA08  
TA11 TA47  
5F073 AA22 AA64 CA12 EA29